



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 08 842 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 02 J 7/00**  
H 02 J 15/00  
H 01 G 9/004

⑳ Aktenzeichen: 197 08 842.2  
㉔ Anmeldetag: 5. 3. 97  
㉔ Offenlegungstag: 10. 9. 98

㉔ Anmelder:  
Kahlen, Hans, Prof. Dr.-Ing., 67661 Kaiserslautern,  
DE

㉔ Erfinder:  
Kahlen, Hans, Prof. Dr.-Ing., 67661 Kaiserslautern,  
DE; Müller, Steffen, Dipl.-Ing., 66903 Altenkirchen,  
DE; Barra, Gian Paolo, Cafasse, IT

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Einrichtung für den Ladeausgleich elektrisch in Reihe geschalteter Elemente

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für den Ladeausgleich in Reihe geschalteter Zellen, die elektrische Ladungen speichern. Solche elektrischen Zellen wie Kondensatoren, Doppelschichtkondensatoren oder elektrochemische Zellen haben Fertigungs-, Betriebs- und Alterungstoleranzen, so daß bei einem Ladestrom jede Zelle zwar die gleiche Ladung erhält, die Spannung jedoch unterschiedlich ist. Damit im Betrieb jedoch jede Zelle die höchste Spannung erreicht, ist ein Ladeausgleich erforderlich.  
Dazu wird ein Spannungsteiler den in Reihe geschalteten Zellen parallelgeschaltet, der aus steuerbaren elektronischen oder elektromagnetischen Elementen besteht. Dabei können diese Elemente selbst den Spannungsteiler bilden, oder ein ohmscher Spannungsteiler ist Teil der Selbststeuerung.

DE 197 08 842 A 1

DE 197 08 842 A 1

↙ Gegenstand der Erfindung ist eine Schaltungsanordnung, die einen Ladeausgleich in Reihe geschalteter elektrischer Elemente derart gestattet, daß jedes Element, wie Batteriezelle oder Kondensatorzelle, auf den gleichen Spannungswert gebracht wird.

In Reihe geschaltete Elemente, die elektrische Ladungen speichern, wie Kondensatoren, Superkondensatoren oder elektrochemische Zellen, haben Fertigungstoleranzen, Betriebstoleranzen und Alterungstoleranzen. Damit variiert die Größe der speichernden Einheit. Bei in Reihe geschalteten Kondensatoren z. B. nimmt zwar jeder Kondensator  $C_i$  die gleiche Ladung auf ( $Q = I \cdot t$ ), infolge der jeweiligen Toleranz stellt sich an jedem Kondensator  $C_i$  eine andere Spannung  $U_i$  ein ( $U_i = Q/C_i$ ). Bei Reihenschaltungen von vielen Elementen niedriger Betriebsspannung ist es wichtig, daß an jedem Element ein höchstzulässiger Spannungswert nicht überschritten wird, aber im Betrieb sich je Element ein gleicher Spannungswert einstellt. Auf diese Weise kann ohne besondere Spannungsreserve die höchstmögliche Energie gespeichert werden ( $W_c = \frac{1}{2} C \cdot U^2$ ). Bei teilentladenden Zellen kann die Spannung dann unterschiedlich sein. Ein derartiger Ladungsausgleich ist insbesondere bei in Reihe geschalteten Superkondensatoren notwendig.

Es sind bereits Spannungsteilerschaltungen mit ohmschen Widerständen bekannt, die den einzelnen Zellen parallel geschaltet sind und damit einen Ladungsausgleich erzwingen. Mit dem Spannungsteiler wird jedoch jeder elektrischen oder elektrochemischen Zelle ein Widerstand parallel geschaltet, der die Zelle entladet.

Ziel der Erfindung ist es, eine gleichmäßige Spannungsaufteilung im geladenen Zustand von in Reihe geschalteten Kondensatoren oder Batteriezellen zu erzwingen und die Einrichtung mit einem Steuerbefehl zu aktivieren oder zu deaktivieren. Dazu wird erfindungsgemäß der Spannungsteiler mittels steuerbarer Elemente aufgebaut. Dabei können diese Elemente selbst den Spannungsteiler bilden oder ein ohmscher Spannungsteiler ist ein Teil der Selbststeuerung. Der Ausgleichsstrom für die Zellen kann durch zusätzliche Widerstände begrenzt werden.

Ausführungsbeispiele werden durch die folgenden Figuren beschrieben. Es zeigen:

**Fig. 1** einen Spannungsteiler, der mit Hilfe von Relaispulen aufgebaut ist und der über Relaiskontakte und Widerstände mit den Zellen verbunden ist und bei dem ein Schalter 2a den Ladungsausgleich aktiviert,

**Fig. 2** eine zweite Anordnung mit einem Spannungsteiler wie in **Fig. 1** und zwei Schaltern 2a und 2b, die den Ladungsausgleich aktivieren,

**Fig. 3** einen ohmschen Spannungsteiler, der über Feldeffekttransistoren mit den Zellen verbunden ist.

In den Figuren werden gleiche Teile mit gleichen Ziffern beschrieben. In **Fig. 1** werden die in Reihe geschalteten Zellen 1a bis 1n vom Strom +I geladen oder mit einem Strom -I entladen. Der Ladeausgleich wird über den Schalter 2a gesteuert. Dieser legt die in Reihe geschalteten Relaispulen 3a bis 3n an die Gesamtspannung der Zellen. Die Ansteuerung erfolgt erst, wenn die Zellen nahezu auf die höchste Spannung aufgeladen sind und die Relaischaltspannung erreicht ist. Jede Relaispule 3a bis 3n schaltet einen Kontakt 4a bis 4n. Dabei schaltet Spule 3a den Kontakt 4a, Spule 3b den Kontakt 4b usw. Die Spulen sind jeweils mit Freilaufdioden 5a bis 5n beschaltet. Die Widerstände 6a bis 6m in den Zweigen können den Zellenstrom begrenzen. Nach Öffnen des Schalters 2a wird Relais 3a nicht mehr angesteuert. Der Kontakt 4a öffnet und schaltet Relais 3b ab. Im weiteren Verlauf schalten alle Relais ab. Eine Verzögerung von je-

weils einigen ms je Relais summiert sich bei 100 Zellen zu einigen 100 ms.

In **Fig. 2** sind zwei Schalter 2a und 2b zur Aktivierung des Spannungsteilers vorgesehen. Falls der Zeitunterschied von einigen 100 ms durch damit verbundene Teilentladungen der zuletzt geschalteten Zellen stört, kann ein Ausgleich dadurch geschaffen werden, daß Schalter 2b zuerst geöffnet wird. In diesem Falle schaltet zuerst das Relais 3n aus.

In **Fig. 3** legt der Schalter 2a zum Ladeausgleich einen Spannungsteiler bestehend aus gleichen Widerständen 7a bis 7n den Zellen 1a bis 1n parallel. N-Kanal-Feldeffekttransistoren (selbstsperrend) 8a bis 8m verbinden jeweils Spannungsteiler und Zellen, wobei die Source-Elektrode am Spannungsteiler liegt. Der Gate-Anschluß des Feldeffekttransistors 8a ist zwischen Schalter 2a und Spannungsteilerwiderstand 7a angeschlossen, der Gate-Anschluß für den Feldeffekttransistor 8b ist am Widerstand 7b angeschlossen, usw. Wenn der Schalter 2a geöffnet wird, verliert der Feldeffekttransistor seine Ansteuerung und schaltet ab. Anschließend verliert der nächste Feldeffekttransistor 8b seine Ansteuerung usw. Der Abschaltvorgang der gesamten Kette erfolgt in weniger als 1 ms.

Da an den Feldeffekttransistoren nur eine geringe Spannung liegt, können diese auch im dritten Quadranten, d. h. mit negativer Drain-Source-Spannung und mit negativem Drainstrom betrieben werden.

#### Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung für den Ladeausgleich in Reihe geschalteter elektrischer oder elektrochemischer Zellen **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Spannungsteiler der in Reihe geschalteten Zellen derart parallel geschaltet ist, daß die Anzahl der Spannungsteilerwiderstände gleich der Anzahl der Zellen ist und nach jedem Widerstand ein Schaltelement zu den Zellen geht und daß der Spannungsteiler durch einen Schalter aktiviert wird.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsteilerwiderstände Relaispulen sind, und daß die Relaiskontakte jeweils die nachfolgende Zelle zuschalten.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsteiler aus ohmschen Widerständen besteht und daß in den Verbindungen zu den Zellen selbstsperrende Feldeffekttransistoren geschaltet sind, die von der Spannung des Spannungsteilers angesteuert werden.

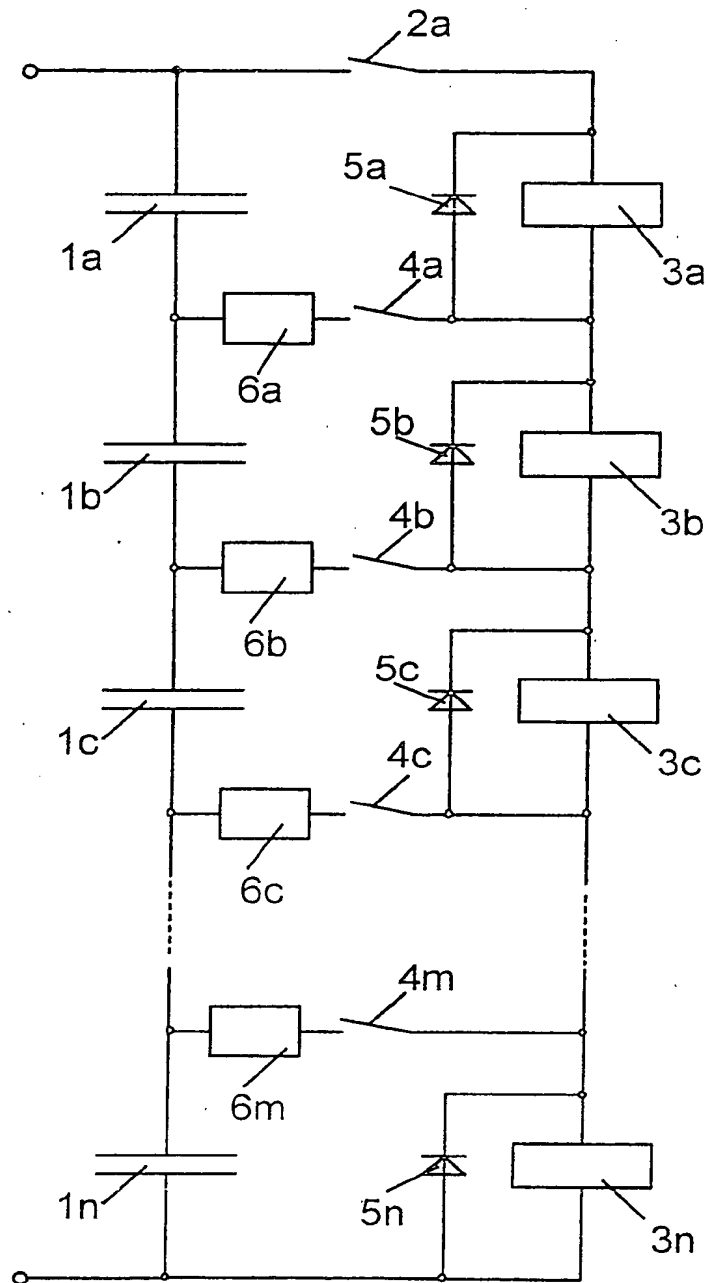
---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

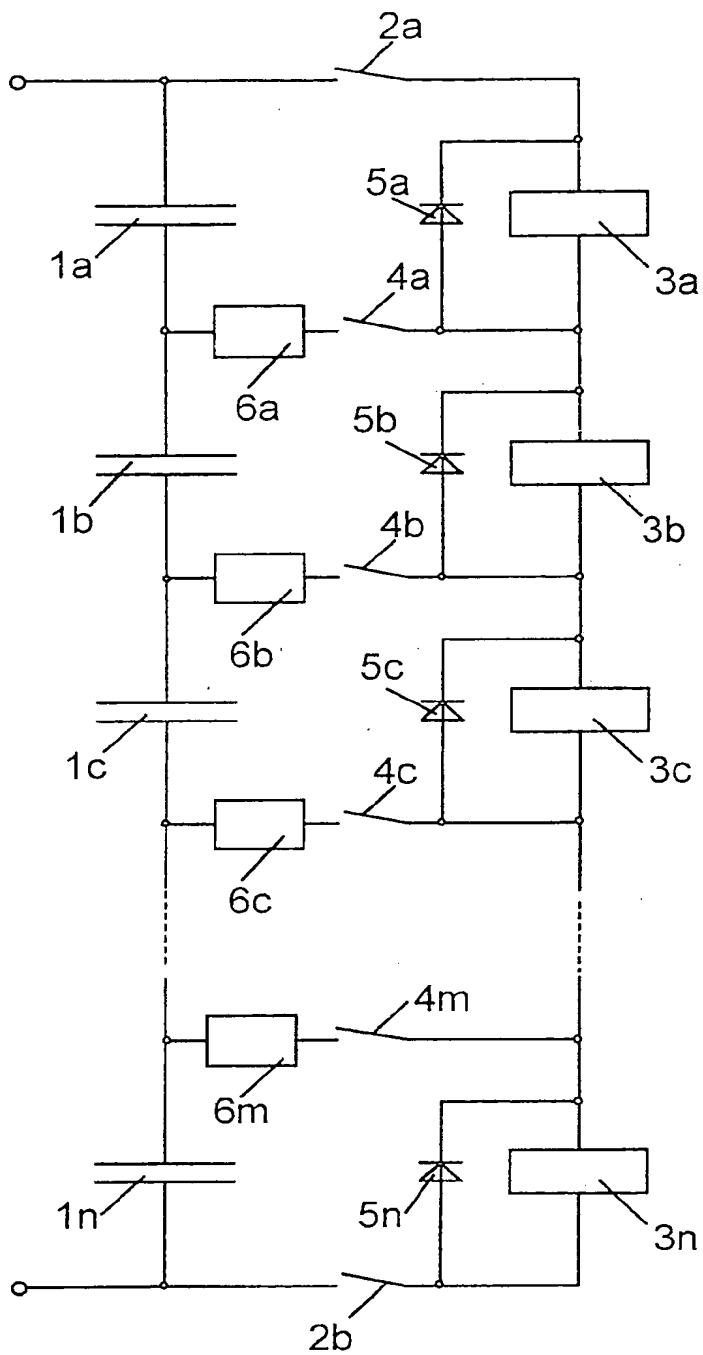
---



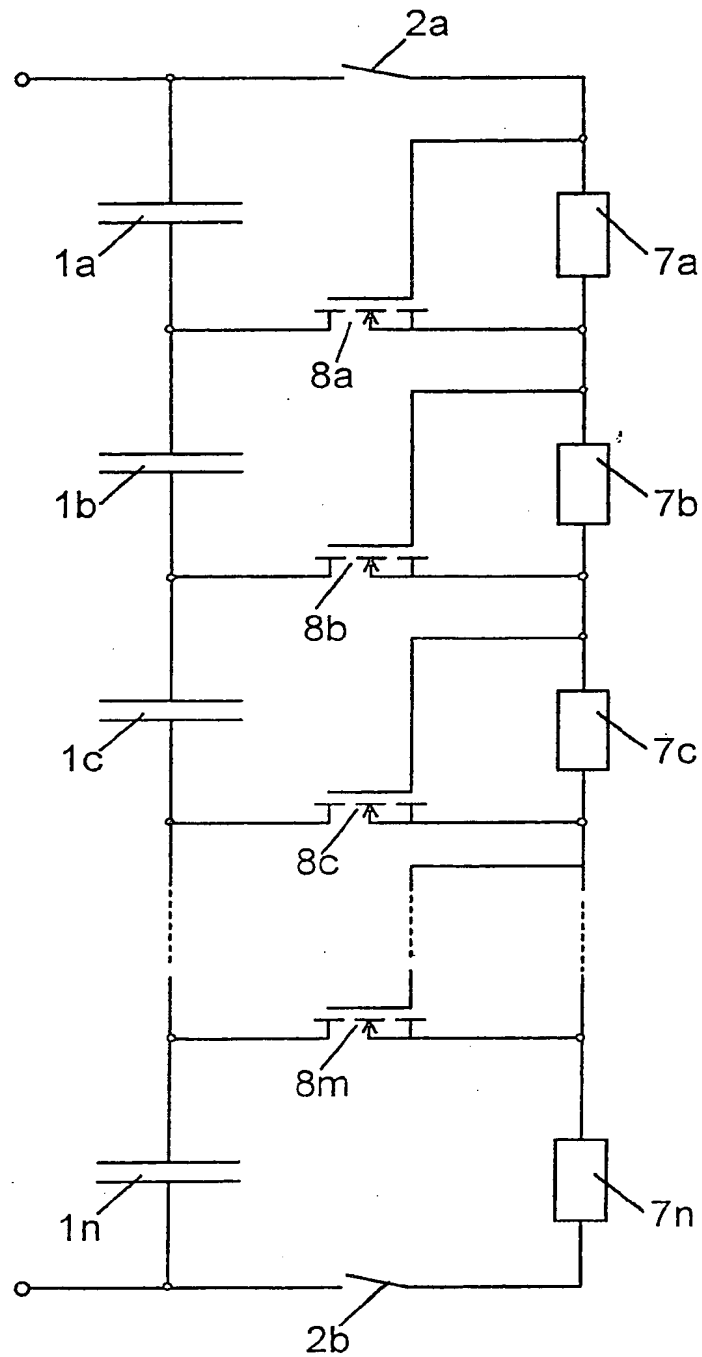
- Leerseite -



Figur 1



Figur 2



Figur 3